SITZUNG VOM 25. JUNI 1857.

Eingesendete Abhandlungen.

Delle dottrine del terzo suono, ossia della coincidenza delle vibrazioni sonore, con un cenno sulla analogia, che presentano le vibrazioni luminose dello spettro solare.

Memoria I del **Professore Zantedeschi.**

(Con una tavola.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 22. Mai 1857.)

Noi in altro scritto vedremo che un solo identico corpo sonoro messo in vibrazione dà origine sopra sè stesso a più suoni; ora noi dobbiamo osservare che due corpi sonori differenti messi in vibrazione contemporaneamente producono un suono o al di sotto o fra i medesimi; per cui un tale fenomeno venne detto del terzo suono. Noi andiamo debitori di questa scoperta al Tartini, il quale la rese di pubblico diritto nella sua Opera: Trattato di Musica secondo la vera scienza dell'armonia, che venne alla luce in Padova coi tipi di Manfrè nella stamperia del Seminario, nel 1754. E come chè il Sigr. D'Alembert affermi nella Prefazione alla nuova edizione dei suoi Elementi di Musica teorica e pratica secondo i principii di Rameau impressi in Lione l'anno 1766, che Romieu della Società Reale delle Scienze di Montpellier aveva presentato a detta Società nel 1753, cioè un anno innanzi che fosse stata pubblicata l'Opera del Tartini, una Memoria stampata lo stesso anno, che trattava diffusamente del fenomeno del terzo suono; tuttavia il Tartini non è debitore di questa scoperta che a sè medesimo, il quale la fece in Ancona fino dall' anno

1714 nell' età di ventidue anni, suonando il violino. Egli diede notizia di questa scoperta, come egli medesimo attesta nella sua Dissertazione dei principii dell' armonia musicale, data alla luce in Padova nel 1767 (capo 2, §. 3), ai Professori dell' arte, e la stabilì come principio di perfetto accordo nella sua scuola di Musica aperta in Padova fino dal 1728. Dalla scuola impertanto del Tartini la scoperta del terzo suono si diffuse dentro e fuori d'Italia venticinque anni prima che Romieu l'avesse a partecipare all' Accademia di Montpellier.

Il fenomeno avvertito dal Tartini consisteva in ciò, che da due suoni eccitati da uno strumento qualunque musicale, se ne ha un terzo come risultante. Egli è necessario al conseguimento dell' effetto che i due suoni sieno sostenuti per un dato tempo e sieno intensi. Supponiamo che da un suonator di violino si suonino contemporaneamente con arcata forte e sostenuta degli intervalli perfettamente intonati e presi tutti relativamente a una stessa nota fondamentale di perfetto accordo, si sentiranno dei terzi suoni affatto distinti. Lo stesso accadrà se i presi intervalli saranno suonati da due suonatori di violino distanti fra loro cinque o sei passi: suonando ciascuno la sua nota nello stesso tempo, e sempre con arcata forte e sostenuta, si sentirà dall' uditore posto nel mezzo dei due suonatori molto più il terzo suono, che vicino a ciascuno di essi. Si avrà lo stesso effetto da due suonatori di oboe posti fra loro in distanza molto maggiore. Essendo il suono dell' oboe più forte di quello del violino, si sentirà anche meglio il risultante terzo suono; e nel mezzo dei due suonatori si udirà egregiamente.

Io invito gli studiosi a leggere l'Opera originale del Tartini, come ancora quelle del Pizzati e del Vallotti, che parlarono di questo fenomeno (Pizzati. La Scienza dei suoni e dell' armonia, Venezia 1782, presso Giovanni Gritti. Vallotti. Della Scienza teorica e pratica della moderna Musica, Padova, Stamperia del Seminario, presso Giovanni Manfrè, 1779). Io non amo di entrare in lunga discussione delle loro teorie, come di quelle riportate dai Fisici nei loro Trattati, perchè mi dilungherei troppo soverchiamente, e forse con noja de' miei lettori e con poco frutto della scienza, non avendo avuto essi mezzi così precisi e perfetti, quali noi possediamo a' nostri giorni per determinare il numero delle vibrazioni, che costituisce un dato tono: riporterò in quella vece i risultamenti delle mie

esperienze, che io ho eseguite coll' assistenza del Sigr. Maestro di organi Marzolo di Padova [1]). Io ho ritrovato in ogni terzo suono, che esso è rappresentato dal numero delle vibrazioni, che si ha dalla differenza dei due numeri esprimenti le vibrazioni dei due dati suoni. Allorchè questa differenza non giunge a trentadue vibrazioni per secondo, si ha sbattimento, e non suono propriamente detto. Il terzo suono ora trovasi al di sotto dei due dati, ed ora si rinviene fra essi, ma non mai al di sopra. I seguenti risultamenti mettono in chiaro quanto ho asserito.

Serie Prima.

Esperienza I.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato

Do di due piedi . . . . *Mi* terza maggiore . . . *Do* della doppia ottava grave.

I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

512 . . 640 . . 128.

Il terzo suono dedotto dalla differenza dei numeri delle vibrazioni risponde perfettamente al *do* osservato, perchè il numero 128 è il *do* della doppia ottava grave di 512. Il calcolo adunque è in perfetto accordo coll' esperienza.

Esperienza II.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato

Sol del *do* di 4 piedi . . . *Re* . . . *Sol* della doppia ottava grave.

I due dati toni in numero di vibrazioni . . . Differenza

384 . . 288 . . 96.

Ancor quì il terzo suono calcolato è lo stesso del terzo suono osservato, perchè il numero 96 esprime il *sol* del *do* di 64, che è la doppia ottava grave di 256.

---

[1]) Questo distinto ingegno inventivo e meccanico conosciuto in Italia e fuori pel suo organo automatico, si prestò egregiamente alla costruzione di varii apparati di Acustica che trovai necessarii allo schiarimento di alcune questioni. Chi amasse di avere una collezione completa di Acustica moderna, potrebbe rivolgersi al medesimo, colla certezza che gli apparati, che avvessero ad uscire dalle mani del Marzolo, sarebbero in ogni parte perfetti.

Esperienza III.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato

Do di 2 piedi . . . *La* terza minore . . . *Fa* dell'ottava grave immediata.

I due dati toni in numero di vibrazioni . . . Differenza

512 . . 853·33 . . 341·33.

Si ha perfetta corrispondenza fra il terzo suono osservato e il terzo suono calcolato, avvegnachè il numero 341·33 rappresenta il *fa* dell' ottava grave immediata, che ha per *do* 256 vibrazioni. Fino a quì abbiamo noi ripetuto l'andamento, che abbiam tenuto nel calcolo. Nelle susseguenti esperienze non faremo che mettere in colonna i toni dati, e il terzo suono osservato, col relativo numero delle vibrazioni esprimenti i suoni dati e il terzo suono dedotto.

Esperienza IV.

Suoni dati . . . . . Terzo suono osservato

Do di 2 piedi . . *Fa* quarta . . . *Fa* del *do* di 8 piedi, ossia della doppia ottava grave.

I due toni in numero di vibrazioni . . Differenza

512 . . 682·66 . . . 170·66.

Il numero 170·66 rappresenta perfettamente il *fa* della doppia ottava grave di 512.

Esperienza V.

Suoni dati . . . . . Terzo suono osservato

Do di 2 piedi . . mi^b terza minore . La^b del *do* di 8 piedi o della doppia ottava grave.

I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

512 . . 614 . . 102.

Il numero 102 rappresenta esattamente il la^b del *do* di 8 piedi, ossia della doppia ottava grave.

Esperienza VI.

Suoni dati . . . . . Terzo suono osservato
Do di 16 piedi . . *Sol* . . . *Do* di 32 piedi.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

64 . . 96 . . 32.

Il numero 32 esprime il limite del suono netto e preciso musicale.

Esperienza VII.

Suoni dati . . . . . Terzo suono osservato
Do di 16 piedi . . *Re* . . . Sbattimenti.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

64 . . 72 . . 8.

Il numero 8 rappresenta gli sbattimenti osservati.

Esperienza VIII.

Suoni dati . . . . . Terzo suono osservato
Do di 16 piedi . . . *Si* . . . *Si*^{b}.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

64 . . . . 120 . . . 56.

Il numero 56 esprime il *si*^{b} osservato.

Esperienza IX.

Suoni dati . . . . . Terzo suono osservato
Sol di 16 piedi . . *Sol* ottava . . Rinforzo
del *sol* di 16 piedi.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

96 . . . 192 . . . . 96.

Il numero 96 esprime il rinforzo al *sol* di 16 piedi. Adunque nei rinforzi non si ha mai l'intensità rappresentata dalla somma dei due suoni dati, perchè quì si dovebbe avere per somma 288, e in quella vece si à 192.

Esperienza X.

Suoni dati . . . . . Terzo suono osservato
Do di 4 piedi . . . *Re* . . . Sbattimenti.
I due dati toni in numero di vibrazioni . Differenza

256 . . 263 . . 7.

Il numero 7 rappresenta i forti sbattimenti osservati.

Esperienza XI.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato
Do di 4 piedi . . *Sol* . . . *Do* immediatamente grave.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

256 . . 384 . . . . 128.

Il numero 128 esprime il *do* immediatamente grave dato dall'esperienza.

Esperienza XII.

Suoni dati . . . . . Terzo suono osservato
Do di 4 piedi . . *La* . . *Fa* dell'ottava grave immediata.
I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

256 : . 426·66 . . . . 170·66.

Il numero 170·66 esprime il *fa* dell'ottava grave immediata, che è del *do* 128.

Esperienza XIII.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato
Do di 4 piedi . . *Si* . . *Si*^{b} circa.
I due dati toni in numero di vibrazioni: . . Differenza

256 . . 480 . . . . 224.

Il numero 224 esprime il suono prossimo inferiore al *si*^{b}, il quale fu soltanto per approssimazione nell' esperienza determinato.

Esperienza XIV.

Suoni dati . . . . Terzo suono osservato

Do di 8 piedi . . *Do* di 2 piedi . . . *Sol* del *do* dell'ottava immediamenta acuta.

I due dati toni in numero di vibrazioni . . . Differenza

128 . . 512 . . . . 384.

Il numero 384 esprime esattamente il *sol* dell' ottava immediata superiore, che è rappresentata da 256 vibrazioni.

Esperienza XV.

Suoni dati . . . . . Terzo suono osservato

Do di 4 piedi . . *Sol* . . *Do* dell' ottava superiore acuta.

I due dati toni in numero di vibrazioni . . Differenza

256 . . 768 . . . 512.

Il numero 512 esprime esattamente il *do* dell'ottava acuta immediata.

Queste esperienze io feci eseguire sul grande organo della Basilica del Santo in Padova dal Signor Maestro Marzolo: al quale io proposi le relative investigazioni; e v'intervenne ancora il Sigr. Dr. Luigi Borlinetto Assistente alla mia Cattedra di Fisica, il quale pure con altri ebbe a confermare l'esistenza dei terzi suoni, che a mano a mano veniva assicurata dal Marzolo, che si ritrovava in prossimità alle canne risuonanti. Noi tutti eravamo nella Cappella detta della Madonna Mora d'incontro all'organo, nella quale i terzi suoni nell'aria si udivano distinti dai suoni dati. Si fu in questa occasione che io ebbi la riprova della risonanza, che nel repieno dell'organo dà la Chiesa del Santo. Essa è il *si*^{b}, che si fa sentire in un modo evidente sotto la maestà di quelle volte. Un Maestro di Musica, che avesse egli a comporre un canto ecclesiastico in *si*^{b}, o nei due toni, che danno per terzo suono il *si*^{b} avrebbe un effetto il più sorprendente in quel tempio. Non devono mai i Maestri dell' Arte dimenticare questo principio tutte le volte che essi compongono una nuova musica per una Chiesa o per un teatro. Non solo devono aver essi riguardo all' estensione delle voci che devono eseguire la musica, ma ancora all'armonia, alla quale il luogo risponde.

Gli anzidetti terzi suoni furono ancora confermati negli esperimenti successivi, de' quali mi fu cortese il Sigr. Marzolo sull' organo che conserva nella propria casa. Nel corso di Acustica, che io diedi alla scuola di Fisica nella Università di Padova nel I. semestre del 1856 — 1857 io ho verificato la legge da me stabilita con tre canne, delle quali la più corta era della lunghezza di 0·25 e del lato quadrato di 0·04; la media della lunghezza di 0·328 e del lato quadrato di 0·04; e la terza della lunghezza di 0·987 e del lato quadrato di 0·04. (V. la Tavola.) La prima di queste tre canne dava il *si*^{b} del *do* di 1024, e la seconda il *sol* della stessa ottava. Il terzo suono risultante si fu il *mi*^{b} della seconda ottava grave del 1024, il quale era perfettamente all' unissono col tono della canna più lunga. Ora il *si*^{b} è rappresentato in vibrazioni da 1843·2; il *sol* è rappresentato dal numero 1536. La differenza di questi due numeri è espressa da 307·2 questo numero rappresenta esattamente il *mi*^{b} della seconda ottava grave, quale fu dato dall' esperienza.

Per verificare la legge della differenza de' due dati suoni io ho cercato di istituire esperienze con istrumenti a corda, e con istrumenti a fiato differenti dagli organi, come sarebbe il violino, il violoncello, il corno e l'oboe. Ma nel determinare il terzo suono, che non manca mai quando l'esperimento è eseguito a dovere, ho dovuto convincermi delle difficoltà che si parano innanzi per assicurarsi con precisione del tono netto ed esatto, che ne risulta. Bisogna sempre che i suoni eccitati sieno forti e lungamente sostenuti; occorre un orecchio perfetto e bene educato, onde contemporaneamente abbia l'esperimentatore la distinta percezione de' tre suoni. Il suono risultante è sempre il più debole o fiacco; non di rado è in armonia coi suoni dati, cioè è equissono o trovasi sulla terza, sulla quinta, ec: e la posizione, nella quale si ode distintamente, varia colla intensità dei suoni. In generale lo sperimentatore de e collecarsi fra i due suonatori, e più dappresso a quello, che intuona la nota più alta; anzi stando ancora al di dietro di questo, non manca di udirsi nell' aria il terzo suono distinto dai due suoni generatori. Non così però si ode nettamente il terzo suono in prossimità di chi intuona la nota più grave. Non ostante tutte le precauzioni, il giudizio de' sperimentatori non sempre si accorda nella determinazione del terzo suono. Accade talvolta che sembra indeterminato, sebbene non si possa negarne l'esistenza; talvolta per un orecchio è preciso, per un altro non

ugualmente. Da ciò ne emergono le discrepanze, che si ritrovano negli scrittori, che hanno determinato il terzo suono ad orecchio semplicemente, come fecero il Tartini, il Vallotti, e non pochi Fisici. Il modo di sperimentare di A. Sorgo, seguito ancora dal Biot, a mezzo di canne d'organo, io lo trovo il migliore. Quì non manca il tipo di confronto, e per tutto quel tempo che occorre, per escludere qualsivoglia dubbiezza. Si narra che il Sigr. Sorgo avesse anche prima del Tartini scoperto il terzo suono facendo sull' organo suonare il *do* e la *quarta*, cioè il *do* e il *fa* contemporaneamente, i quali erano forti e protratti: per tal modo avrebbe ottenuto un suono più grave. Se il Sorgo avesse presa l'ottava, che ha la tonica di 128, avrebbe udito nella doppia ottava grave il *fa* armonizzare col *fa* acuto della doppia ottava superiore.

Per le difficoltà incontrate negli sperimenti ad orecchio, sono stato costretto a doverli ripetere colle canne di organo, le quali mi fornirono sempre il mezzo il più sicuro del disinganno o della certezza de' terzi suoni assegnati. Io amo di riferire una serie di sedici esperienze, nelle quali otto furono gli errori susseguentemente scoperti colle canne ad organo. La prima nota dei suoni dati è sempre la più grave. Gli oboe erano perfettamente intonati dai Sigr. Professori Pighi, padre e figlio, che hanno rinomanza nell' arte loro; ed alcuni miei amici e Maestri di Musica assistevano a questo saggio di Acustica nella mia abitazione la sera del Giovedì Santo, cioè del 9 di Aprile del 1857.

Serie Seconda.

Esperienza I.

Suoni dati	Terzo suono	
Do di un piede	*Mi* terza maggiore	Differenza
1024	1280	256.

Questo numero 256 rappresenta il *do* della doppia ottava grave. L'esperimento eseguito sull' organo lo verificò perfettamente. Non si vuol dimenticare, che nell' esperimento ad orecchio era stato assegnato il *do* immediamente grave.

Esperienza II.

Suoni dati	Terzo suono	
Do#	*Mi*	Differenza
1066·66	1280	213·34.

Questo numero 213·34 esprime il *la* della terza ottava grave che ha per *do* il 128, e consuona perfettamente colla teoria. L'esperimento sull' organo confermò questo terzo suono, ma ad orecchio nelle esperienze cogli oboe fu asserito essere il *la* della seconda ottava grave in luogo della terza.

Esperienza III.

Suoni dati		Terzo suono
Si	*Mi*	Differenza
960	1280	320.

Questo numero esprime il *mi* dell' immediata ottava grave, che ha per *do* il 256; e consuona colla teoria, coll' osservazione ad orecchio, e coll' esperimento sull' organo.

Esperienza IV.

Suoni dati		Terzo suono
Si	*Sol*	Differenza
960	1536	576.

Questo numero esprime il *re* della stessa ottava del *si*, cioè del 512; ed è in accordo perfetto colla teoria e coll' esperimento dell'organo. L'osservazione ad orecchio nell' esperimento dell' oboe aveva assegnato il *sol* dell' ottava grave immediata.

Esperienza V.

Suoni dati		Terzo suono
Si^b	*Sol*	Differenza
921·6	1536	614·4.

Questo numero esprime il *mi*^{b} della stessa ottava del *si*^{b}, cioè del 512; e quadra perfettamente coll' esperienza sull' organo, colla teoria e coll' osservazione nell' esperimento sugli oboe.

Esperienza VI.

Suoni dati		Terzo suono
Do	*Sol*	Differenza
1024	1536	512.

Questo numero esprime il *do* dell' immediata ottava grave; e quadra perfettamente colla teoria e colle esperienze fatte sugli oboe e sull' organo.

Esperienza VII.

Suoni dati		Terzo suono
Si♭	*Fa*	Differenza
921·6	1365·33	453·73.

Questo numero esprime il *la*♯dell' ottava immediatamente grave con molta approssimazione. La teoria avrebbe dato per il *la*♯444·44. La differenza non sarebbe che di 0·71. L'osservazioni cogli oboe e coll' organo corrisposero esattamente.

Esperienza VIII.

Suoni dati		Terzo suono
La	*Si*	Differenza
1706·66	1920	213·34.

Questo numero esprime il *la* della terza ottava grave, che ha per *do* il 128. S'accorda colla teoria e coll' esperienza sull' organo; ma non con l'osservazione fatta ad orecchio sugli oboe, che diede il *la* della doppia ottava grave, e nemmeno s'accorda col Tartini, che assegnò il *sol* della seconda ottava grave.

Esperienza IX.

Suoni dati		Terzo suono
Si	*Do*	Differenza
960	1024	64.

Esprime questo numero il *do* della terza ottava grave. Risponde colla teoria e coll' esperienza sull' organo; ma l'osservazione sugli oboe non diede che un suono grave indeterminato.

Esperienza X.

Suoni dati		Terzo suono
Sol	*Sol*♯	Differenza
1536	1600	64.

Questo numero esprime il *do* della quarta ottava grave. Risponde colla teoria e coll' esperienza sull' organo, ma l' osservazione sugli oboe non diede che un suono grave indeterminato.

Esperienza XI.

Suoni dati		Terzo suono
Mi	*Do* di ½ piede	Differenza
1280	2048	768.

Questo numero esprime il *sol* dell' ottava grave immediata, che ha per *do* il 512. S'accorda colla teoria e coll' esperienza sull' organo; ma l'osservazione ad orecchio sugli oboe assegnò il *do* della stessa ottava.

Esperienza XII.

	Suoni dati	Terzo suono
Mi . .	*Sol*	Differenza
1280 . .	1536	256.

Questo numero esprime il *do* della doppia ottava grave. Corrisponde alla teoria ed alle esperienze ed osservazioni fatte sull' organo e sugli oboe. Il Tartini aveva assegnato il *la* della stessa ottava. Questo *la* inutilmente ci siamo sforzati di verificarlo con replicati esperimenti.

Esperienza XIII.

	Suoni dati	Terzo suono
Re . .	*Sol*#	Differenza
1252 . .	1600	448.

Questo numero esprime il *la* della doppia ottava grave prossimamente al valore dato dalla teoria, che è 443·73. Il valore dedotto da noi in confronto della teoria sarebbe maggiore di 4·27 vibrazioni. L'esperienza sull' organo fu in accordo con la nostra deduzione; ma l'osservazione ad orecchie sugli oboe diede il *fa* immediatamente grave. Il Tartini aveva dato il *mi* immediatamente grave.

Esperienza XIV.

	Suoni dati	Terzo suono
Do	*Sol* duodecima	Differenza
512 . .	1536	1024.

Questo numero esprime il *do* intermedio ai due suoni dati. Corrisponde colla teoria e coll' esperienza sull' organo.

Esperienza XV.

	Suoni dati	Terzo suono
Do . . .	*Do*	Differenza
512 . .	2048	1536.

Questo numero esprime la nota *sol* duodecima del 512, ossia il *sol* del *do* 1024. Questo terzo suono è evidentemente intermedio fra i due suoni dati. Si è trovata la perfetta corrispondenza coll'esperimento fatto sull' organo, e quadra ugualmente colla teoria.

Esperienza XVI.

Suoni dati		Terzo suono
Sol	*La*	Differenza
1536	1706·66	170·66.

Questo numero esprime il *fa* della terza ottava grave, che ha per *do* il 128. S'accorda perfettamente colla teoria. L'osservazione ad orecchio eseguita sugli oboe e sopra un organo non vi avrebbe corrisposto. Nel primo caso il terzo suono sarebbe risultato il *sol* della doppia ottava grave; e nel secondo il *sol* della terza ottava grave. Io ho amato di riferire queste discrepanze, perchè si comprenda la difficoltà, che talvolta s'incontra nel determinare il terzo suono risultante. Basta una differenza la più piccola del tono preciso, perchè, come ebbe ad avvertire Tartini, risulti un terzo suono diverso. Io mi sono studiato di fare eseguire l'esperimento sopra il grande organo della Basilica di S. Giustina in Padova. Il *do* fondamentale di questo organo è di sedici piedi. — Nel giorno 16 di Aprile 1857 il rinomato professore d'organi Sigr. Agostini mi fu cortese dell' eseguimento di questa esperienza. Io pure vi assistetti sull' organo. Feci eseguire contemporaneamente i suoni *sol* e *la* in varie ottave; ma mi fermai precipuamente sopra l'ottava del *do* di due piedi. Il terzo suono si udì distinto nell'ottava di sedici piedi, e toccando il tasto del *fa* si udì l'unissono il più perfetto; non così ugualmente premendo il tasto del *sol*. Portato l'esperimento all' ottava di un piede, il *fa* si rinvenne nella ottava di otto piedi; e così procedendo nell' ottava di mezzo piede e di un quarto di piede ad eseguire l'esperienza, il terzo suono *fa* si portò nell' ottava di quattro piedi e di due piedi, e così di seguito; per cui non rimase più alcun dubbio sulla perfetta corrispondenza tra l'esperimento e la deduzione fatta dai dati due suoni *sol* e *la*.

L'opposizione allorchè è ben diretta serve a viemaggiormente chiarire il vero ed a togliere ogni difficoltà. Si voleva pure insistere sopra il *sol*, come terzo suono risultante dalla seconda *sol*, *la*; ed io invitai gli stessi oppositori a voler eseguire l'esperimento sopra un

organo, che fosse di loro piacimento. Fu scelto quello della Basilica dei Carmini di Padova, che è lavoro del rinomato Calido di Venezia. L'esperimento fu eseguito nel giorno 18 di Aprile 1857; e mi fu cortese di questo favore il più volte ricordato con lode ne' miei scritti di Acustica Sigr. Marzolo. Esso fu esteso nelle ottave di due piedi, di un piede, di mezzo piede, di un quarto di piede, ecc.; e sempre si ebbe per terzo suono il *fa* della terza ottava grave. Il Signor Marzolo con una scala si portava in prossimità delle due canne suonanti, per udire con maggior distinzione il terzo suono generato, ed io abbassava, come mi veniva indicato da lui, il tasto, che doveva essere l'unissono al terzo suono da lui percepito nell' aria. Io impertanto con una mano sosteneva i due suoni dati, e coll' altra faceva intuonare, allorchè ne era richiesto, ora il *fa* ed ora il *sol* della terza ottava grave. Io lo ripeto, il *fa* fu sempre unissono al terzo suono dedotto, e non così mai il *sol*, che distintamente si distaccava.

Si volle pure in questa occasione cimentare altra seconda, che in sentenza di taluno pareva dovere limitare il principio dinamico da me proposto; e si fu colla seconda *do*, *re*. Ma in qualsivoglia ottava, che fosse stato eseguito l'esperimento, il risultato confermò sempre la mia deduzione.

Le difficoltà, che a quando a quando insorgono in qualche punto della scienza, non sono mai destituite di ogni apparenza di vero; perchè l'errore puro ed assoluto non entra mai nell' umana intelligenza. Il numero delle vibrazioni corrispondenti a ciascun tono delle ottave ascendenti e discendenti è ricavato dalla teoria delle corde; ma nell' organo è introdotto il temperamento equabile, per non discostarsi di troppo dalla legge della dupla. Da ciò ne nasce che non sempre il numero delle vibrazioni assegnate a un tono dell' organo corrisponde esattamente a quelle assegnate dalla teoria delle corde. Potrà da ciò avvenire che un orecchio il più delicato non trovi che la differenza dedotta da due suoni dati corrisponda perfettamente al tono dell' organo. Potrà accadere che l'orecchio s'accorga che sia un po' o calante o crescente. Non mai tuttavia ebbe il temperamento equabile a portarci da un tono ad un altro ne' miei esperimenti. Ciò ho voluto pure verificare sull' organo della Chiesa dei Servi di Padova, che è lavoro stimato del Sigr. Agostini. Nella sera del 22 Aprile del 1857 mi fu cortese dell' eseguimento dell' esperienza l'egregio Sigr. Professore Balbi, il quale nelle varie ottave dell' organo le più adattate intuonò

simultaneamente la seconda *sol*, *la*, ed ebbe sempre il *fa* della terza ottava grave, verificato ancora coll' unissono dell' organo. Che se talvolta in qualche ottava non gli parve perfetto il *fa*, l'ebbe ad attribuire al temperamento equabile introdotto nella registratura dell' organo. Ripetuto ancora l'esperimento dell' altra seconda *do*, *re*, il terzo suono, che ne risultò, fu empre il *do* della terza ottava grave, e non il *do*.#

Raccolgo impertanto dai riferiti esperimenti:

1. Il terzo suono non è mai al di sopra dei dati due suoni.
2. Esso si trova ora al di sotto del tono più grave dato, ed ora al di sopra, secondo che la differenza delle vibrazioni rappresentanti i due dati toni è minore o maggiore del numero delle vibrazioni, che rappresenta il suono più grave.
3. Il suono risultante è tanto più vicino all' acuto dato, quanto esso trovasi più distante dal suono grave.
4. Il tono rappresentato da 32 vibrazioni per secondo, è il limite del terzo suono netto e distinto. Nel caso infatti, in cui la differenza fu di minore 32 vibrazioni per secondo, si ebbe sbattimento.
5. Ogni qualvolta la differenza delle vibrazioni fra i dati due suoni sia minore di 32 vibrazioni, si ha sbattimento, il quale è fortissimo nei toni più gravi. Da questo argomento io dedussi il limite del suono più grave al mio organismo e a quello de' miei compagni, che si prestarono in queste ricerche, ch'io feci. Esso impertanto è di 32 vibrazioni per secondo.
6. Il terzo suono non è sempre il massimo comune divisore de dati due suoni. Le esperienze della Serie prima dei numeri I., II., IV., VI., VII., IX., XI., XVI., rispondono perfettamente alla legge stabilita dai fisici. Le esperienze dei numeri III., V., VIII., X., XII., XIII., XIV., XV. della stessa Serie dimostrano che il terzo suono è bensì il massimo comun divisore, ma non esatto. Ugualmente abbiamo proceduto nell' esame delle esperienze della seconda Serie. Dieci corrispondono esattamente, e sono quelle dei numeri I., II., III., V., VI., VIII., IX., X., XII., XIV.; e cinque non corrispondono esattamente, e sono quelle dei numeri IV., VII., XI., XIII e XV.

Pare impertanto doversi conchiudere, che la legge fu stabilita sopra un numero troppo ristretto di esperienze, o, per meglio dire, sopra qualche caso isolato. Le tre canne anzidette, che io feci per il

terzo suono costruire a Parigi, confermarono esattamente la legge dei fisici francesi, ma le mie susseguenti esperienze comprovarono non essere legge generale.

7. Dato il valore di due suoni, si può colla mia legge determinare in ogni caso a priori il terzo suono, o lo sbattimento.

8. Il terzo suono si ode in modo speciale distinto dai suoni generatori nell'aria frapposta ai due strumenti, che suonano contemporaneamente, come à avvertito il Tartini, che ebbe ha stabilire la causa fisica del terzo suono nell' urto dei due rispettivi volumi d'aria mossi dalle vibrazioni delle due corde suonate. Egli ha dato per regola che l'uditore posto nel mezzo rispettivo dei due suonatori sente molto più il terzo suono, che vicino a ciascuno di essi.

9. Il valore dinamico o meccanico di ciascuna vibrazione è sempre lo stesso, qualunque sia il tono, al quale essa appartenga, perchè in ogni caso il terzo suono è rappresenta da un numero di vibrazioni che è la differenza dei due numeri delle vibrazioni esprimenti i dati toni.

10. Non è vera la dottrina del Tartini sul terzo suono, che per lui è il basso armonico dei dati intervalli, il quale viene rappresentato da $^1/_2$, quale radice fisica del sistema armonico da lui immaginato.

Noi infatti abbiamo ritrovato il terzo suono frapposto ai due dati più di una volta, ed abbiamo ancora avuto la dispiacenza di non poter verificare tutti i suoi esperimenti, come riferimmo a suo luogo.

11. Non è parimenti vera la dottrina del Pizzati sul terzo suono, che lo risguarda come il fenomeno inverso a quello della corda armonica. Imperocchè nella corda armonica noi non abbiamo mai che due suoni concomitanti generino un suono ad essi frapposto, ma sempre un suono più grave. Essi d'altronde non escono mai dalle serie delle armonie le più perfette; e noi in quella vece abbiamo ottenuto terzi suoni, che escono da queste armonie, come il *re* e il *si*^{b}.

12. Col principio del terzo suono da noi adottato pare si apra la via allo scoprimento di nuovi suoni non contemplati dalle regole comuni dell' Arte; e s'intende come nei ripieni istrumentali e vocali si odano formarsi nell' aria dei suoni, che sono

perfettamente distinti dagli originali, ossia da quelli, che vengono intuonati dagli strumenti e dai cantanti. Accade talvolta che bisogna procedere a tempo nella Musica, perchè i suoni diretti non abbiano a produrre frastuono coi terzi suoni e con quelli riflessi. Il fenomeno che abbiamo superiormente avvertito del *si*^{b} nella Basilica del Santo si riscontra comune alla Chiesa del Beato Pellegrino di Padova. Allorchè si tocca il tasto del *si*^{b}, risuona più forte e più grato all' orecchio degli altri suoni. È la Chiesa che armonicamente risponde al suono intonato.

Conclusione.

Se non erro grandemente, mi pare d'intravedere una analogia tra il principio dinamico delle vibrazioni sonore e delle vibrazioni luminose dello spettro solare. Chiunque raccolga alla distanza di qualche centimentro da un prisma di perfettissimo flint lo spettro solare, non vede che quattro zone colorate separate da luce bianca; e sono due meno rifrangibili, rossa e gialla, e due più rifrangibili, azzurra e violetta. Ciascuno dei colori delle due coppie è separato da un filetto di luce bianca, mentre l'intervallo, che separa il giallo dall'azzurro, formato da luce bianca, è senza confronto maggiore. Se il telerino, che raccoglie l' anzidetto spettro, si allontani a paco a poco dal prisma conservandolo sempre parallelo alla faccia rifrangente del medesimo, si scorge che nei punti, nei quali i raggi delle due coppie cromatiche vanno ad incontrarsi, sorge un terzo colore. Così fra il rosso ed il giallo si genera l'aranciato; fra il giallo e l'azzurro si genera il verde; fra l'azzurro e il violetto si genera l'indaco, senza che sieno distrutti i raggi primigenii generatori il terzo colore. L'analogia col terzo suono corrisponde al caso, in cui il terzo suono generato è intermedio ai due suoni generatori. Si ha sempre nello spettro solare che il potere rifrangibile del terzo raggio è sempre minore del più rifrangibile dato. Anche le sperienze di Stock ci guidano a questa medesima conclusione. Un raggio più rifrangibile dà origine negli esperimenti del fisico inglese ad un raggio meno rifrangibile. Per ugual modo parmi che si possa ragionare dei fenomeni degli spettri secondarj, e di quelli delle interferenze. Io non intendo di spingere più innanzi le analogie; perchè le ricerche sulla luce sono ancora molto imperfette, e lasciano molto a desiderare a chi preferisce i fatti ai sistemi.

Prospetto

degli esperimenti eseguiti nella Memoria I. sulle dottrine del terzo suono.

Serie Prima.

	Suoni fondamentali.		Loro differenza.	Loro somma.	
I.	512	640	128	1152	= *re* del *do* di 1024 vibrazioni.
II.	288	384	96	672	= *fa* calante di 9,34 vibrazioni del *do* di 512 vibrazioni.
III.	512	853,33	341,33	1365,33	= *fa* del *do* di 1024 vibrazioni.
IV.	512	682,66	170,66	1194,66	= *re*# calante di 5,34 vibrazioni del *do* di 1024 vibrazioni.
V.	512	614	102	1126	= re^b crescente di 20,08 vibrazioni del *do* di 1024 vibrazioni.
VI.	64	96	32	160	= *mi* del *do* di 128 vibrazioni.
VII.	64	72	8	136	= re^b calante di 2,25 vibrazioni del *do* di 128 vibrazioni.
VIII.	64	120	56	184	= sol^b calante di 0,32 vibrazioni del *do* di 128 vibrazioni.
IX.	96	192	96	288	= *re* del *do* di 256 vibrazioni.
X.	256	263	7	519	= *do* crescente di 7 vibrazioni del *do* di 512 vibrazioni.
XI.	256	384	128	640	= *mi* del *do* di 512 vibrazioni.
XII.	256	426,66	170,66	682,66	= *fa* del *do* di 512 vibrazioni.
XIII.	256	480	224	736	= sol^b calante di 15 vibrazioni del *do* di 512 vibrazioni.
XIV.	128	512	384	640	= *mi* del *do* 512 di vibrazioni.
XV.	256	768	512	1024	= *do* di 1024 vibrazioni.

Serie Seconda.

	Suoni fondamentali.		Loro differenza.	Loro somma.	
I.	1024	1280	256	2304	= *re* del *do* 2048 vibrazioni.
II.	1066,66	1280	213,34	2346,66	= *re* crescente di 42,66 vibrazioni del *do* di 2048 vibrazioni.
III.	960	1280	320	2240	= *mi* maggiore di 68,16 vibrazioni del *do* di 2048 vibrazioni.
IV.	960	1536	576	2496	= *mi*^{b} maggiore di 38,4 vibrazioni del *do* di 2048 vibrazioni.
V.	921,6	1536	614,4	2457,6	= *mi*^{b} del *do* di 2048 vibrazioni.
VI.	1024	1536	512	2560	= *mi* del *do* di 2048 vibrazioni.
VII.	921,6	1365,33	443,73	2286,93	= *re* calante di 22,07 vibrazioni del *do* di 2048 vibrazioni.
VIII.	1706,66	1920	213,34	3626,66	= *la*# minore di 71,14 vibrazioni del *do* di 2048.
IX.	960	1024	64	1984	= *si* maggiore di 64 vibrazioni del *do* di 1024.
X.	1536	1600	64	3136	= *sol*# calante di 63,58 vibrazioni del *do* di 2048.
XI.	1280	2048	768	3328	= *la* calante di 85,33 vibrazioni del *do* di 2048.
XII.	1280	1536	256	2816	= *fa*# calante di 28,43 vibrazioni del *do* di 2048.
XIII.	1152	1600	448	2752	= *fa* maggiore di 21,34 vibrazioni del do di 2048.
XIV.	512	1536	1024	2048	= *do* della tonica 2048.
XV.	512	2048	1536	2560	= *fa*^{b} maggiore di 18,57 vibrazioni del *do* di 2048
XVI.	1536	1706,66	170,66	3242,66	= *la*^{b} maggiore di 5,88 vibrazioni del *do* di 2048.

Dal confronto dei numeri riferiti in questo prospetto emerge: I. Che il terzo suono, di qualunque ordine sia, è sempre o al di sotto di tutti due i fondamentali, o fra i due fondamentali. Nel primo di questi due casi i terzi suoni di coincidenza di primo, secondo, terzo e quarto ordine ecc. procedono come i numeri 1, 1, 2, 4, 8 ecc. Nel secondo caso procedono come i numeri 1, 2, 4, 8, 16 ecc. Ogni terzo suono diventa un centro vibrante che coll' attiguo forma altro terzo suono. Ed in ogni caso legge generale si è, che esso è rappresentato dalla differenza dei due attigui suoni gereratori. Per converso, sommando i due toni fondamentali si ha sempre un suono superiore agli stessi fondamentali, il quale talora coincide col suono armonico concomitante, come è rappresentato nel prospetto serie prima dai numeri VI, X, XIV, XV, e nella serie seconda dai numeri VI e XIV. Chiunque voglia entrare nella discussione di queste ricerche, è pregato a fornire alla descrizione del metodo seguito i numeri delle vibrazioni rappresentanti i suoni ottenuti. Io non posso ammettere che le vibrazioni si somminino da darci un suono rappresentante la loro somma. Quelli che fino ad ora ho potuto percepire furono sempre gli armonici concomitanti, o toni interi, come i quattro *fa* e i tre *re* registrati ai num. I, II, III, IX, XII, della serie prima, e ai numeri I, VII e XIII della serie seconda; ma da' miei esperimenti ed osservazioni ebbe a risultare che talvolta il suono fondamentale, come in una campana, fu accompagnato da tutti i toni dell' intera ottava, come dirò nella mia Memoria sulle verghe vibranti.